

BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3809299 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 38 09 299.9  
㉑ Anmeldetag: 19. 3. 88  
㉒ Offenlegungstag: 28. 9. 89

⑤ Int. Cl. 4:  
**G01 P 21/00**  
G 01 D 3/04  
G 01 M 7/00  
B 60 R 16/02  
// B60R 21/16,22/34

DE 3809299 A1

㉑ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

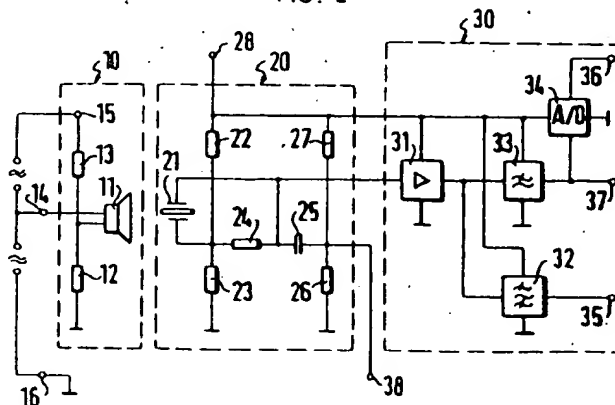
㉒ Erfinder:  
Mattes, Bernhard, Dipl.-Ing., 7123 Sachsenheim, DE;  
Schumacher, Hartmut, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Elektronische Einrichtung

Einem als Beschleunigungsaufnehmer wirkenden Sensor (21) ist ein Schwingungserzeuger (11) zugeordnet, der den Sensor (21) für Prüfw Zwecke zu mechanischen Schwingungen anregt, derart, daß anhand des vom Sensor (21) im Prüffall erzeugten Ausgangssignals auf seine Funktionsfähigkeit geschlossen werden kann.

FIG. 2



DE 3809299 A1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer elektronischen Einrichtung mit einem schwingfähigen Beschleunigungssensor nach der Gattung des Anspruchs 1. Bei einer aus der US-A-40 21 057 bekannten Einrichtung dieser Art, bei der ein piezoelektrischer Kristall als Sensor für die Beschleunigung vorgesehen ist, kann der Sensor nicht ständig auf seine Funktionsfähigkeit hin überprüft werden, ohne daß seine Sensorfunktion gestört wird. Eine kontinuierliche Überwachung auch des Sensors einer solchen Einrichtung ist daher nicht möglich.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Lösung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß die elektronische Einrichtung auch hinsichtlich der Funktionsfähigkeit des Sensors ständig überprüfbar ist, ohne die Funktionsfähigkeit des Systems während des Betriebs in irgendeiner Weise nachteilig zu beeinflussen. D.h. entsprechend der erfindungsgemäßen Lehre ist es möglich, ständig die Fähigkeit des Sensors zur Umwandlung von mechanischen Schwingungen in ein elektrisches Ausgangssignal zu überprüfen. Dadurch kann dann die Empfindlichkeit des Sensors, sein Ausschwingverhalten und dgl. überwacht werden. Auf diese Weise ist es möglich, frühzeitig Empfindlichkeitsveränderungen, Veränderungen im Schwingungsverhalten und/oder Beschädigungen bei den elektrischen Anschlüssen zu erkennen. Derartige Veränderungen bzw. Beschädigungen können infolge von Rissen im Keramikkörper des Sensors oder durch Ablösungen von Kontaktierungsstreifen auftreten. Die frühzeitige Erkennung von Fehlern dieser Art oder schon das Erkennen von nicht mehr tolerierbaren Abweichungen von den Sollwerten ist besonders in sicherheitskritischen Systemen, wie beispielsweise einem Sicherheitssystem für Fahrzeuginsassen, von außerordentlicher Bedeutung.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der in Anspruch 1 angegebenen Einrichtung möglich. Weiter werden in den Unteransprüchen besonders geeignete Verfahren zur Betriebsweise der Einrichtung beschrieben.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Sicherheitseinrichtung für Fahrzeuginsassen mit der erfindungsgemäßen elektronischen Einrichtung,

Fig. 2 einen Stromlaufplan eines Ausführungsbeispiels der Erfindung.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Eine elektronische Einrichtung zur Sicherung von Fahrzeuginsassen gemäß Fig. 1 umfaßt einen auf Beschleunigungen reagierenden Sensor 1, der mit einem Steuergerät 2 verbunden ist, welches in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des Sensors 1 im Gefahrenfall

Rückhaltemittel 3a, 3b, wie beispielsweise Airbag und/oder Gurtstraffer zum Schutz der Insassen aktiviert.

Der in Fig. 2 dargestellte Stromlaufplan erläutert die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Sensors 1 gemäß Fig. 1. Die Sensorbaugruppe 20 umfaßt einen Sensor 21 mit einem Widerstandsnetzwerk zur Arbeitspunkteinstellung und Temperaturkompensation. Der erste Anschluß des Sensors 21 ist an den Abgriff eines Spannungsteilers mit den Widerständen 22 und 23 gelegt. Dabei ist der freie Anschluß des Widerstandes 23 an Masse gelegt, während der freie Anschluß des Widerstandes 22 mit der Versorgungsspannung z.B. 5 V, Anschlußpunkt 28 verbunden ist. Der zweite Anschluß des Sensors 21 ist mit dem Eingangsanschluß eines Impedanzwandlers 31 verbunden. Ein Widerstand 24 ist parallel zu den Anschlüssen des Sensors 21 geschaltet. An den Eingangsanschluß des Impedanzwandlers 31 ist weiter ein Anschluß eines Kondensators 25 gelegt, dessen anderer Anschluß an den Abgriff eines Spannungsteilers mit den Widerständen 26 und 27 geführt ist. Das freie Ende des Widerstandes 26 ist an Masse gelegt, während das freie Ende des Widerstandes 27 zusammen mit einem Anschluß des an die Versorgungsleitung gelegt ist. An diese Versorgungsleitung sind weiterhin angeschlossen der Impedanzwandler 31, der selektive Bandpaß 32, das Tiefpaßfilter 33 und der A/D-Wandler 34. Die Massen sind ebenfalls verbunden und auf den Anschlußpunkt 16 gelegt. Der Abgriff des Spannungsteilers aus den Widerständen 26 und 27 ist weiter als Anschluß 38 nach außen geführt. Die Bedeutung dieses Anschlusses 38 wird später noch erläutert. An den Ausgangsanschluß des Impedanzwandlers 31 ist einerseits der Eingangsanschluß eines aktiven Tiefpaßfilters 33 angeschlossen, dessen Ausgangsanschluß an den Anschlußpunkt 37 geführt ist. Der Anschlußpunkt 37 ist an den Eingangsanschluß eines Analog-Digital-Wandlers 34 geführt, dessen Ausgangsanschluß mit dem Anschlußpunkt 36 verbunden ist. Andererseits ist der Ausgangsanschluß des Impedanzwandlers 31 mit dem Eingangsanschluß eines aktiven, selektiven Bandpaßfilters 32 verbunden, dessen Ausgangsanschluß seinerseits an den Anschlußpunkt 35 geführt ist. Impedanzwandler 31, aktives, selektives Bandpaßfilter 32, aktives Tiefpaßfilter 33 und der Analog-Digital-Wandler 34 bilden die Baugruppe Auswerteschaltung 30. Benachbart zum Sensor 21 ist ein Schwingungserzeuger 11 angeordnet, dessen erster Anschluß an den Abgriff eines aus den Widerständen 12 und 13 bestehenden Spannungsteilers geführt ist. Widerstand 12 ist mit seinem freien Anschluß an Masse gelegt. Widerstand 13 führt mit seinem freien Anschluß an den Anschlußpunkt 15. Die zuvor erwähnten Bauelemente bilden die Baugruppe Schwingungserzeuger 10.

Der Sensor 21 ist zweckmäßig als piezoelektrisches Biegeelement, z.B. in Gestalt eines Bimorphelementes ausgeführt. Der Schwingungserzeuger 11 umfaßt in einem zweckmäßigen Ausführungsbeispiel eine im wesentlichen kreisförmige Membran, die z.B. aus einem vernickelten Messingblech hergestellt sein kann und auf die Scheiben aus piezoelektrischem Material aufgeklebt sind. Alternativ kann die Membran auch von einem Elektromagnet in Schwingung versetzt werden. In einer weiteren besonders kostengünstigen Alternative wird der Sensor 21 so aufgebaut, daß zwischen den beiden Plättchen des Bimorphelementes eine Stahlfolie eingebracht wird, die durch einen äußeren kleinen Elektromagneten in Schwingung versetzt werden kann. Dadurch werden aufgrund fester Kopplung (Klebung) der

piezoelektrischen Plättchen mit der Stahlfolie auch diese in Schwingung versetzt. Das Beschaltungsnetzwerk des Sensors 21 in der Baugruppe 20 sowie die Elemente der Baugruppe 30 und 10 werden zweckmäßig als Hybridschaltung ausgeführt und auf einem einzigen Substrat vereinigt.

Die Wirkungsweise der elektronischen Einrichtung nach Fig. 2 ist wie folgt. Bei Anschluß einer Wechselspannungsquelle an die Anschlüsse 14 und 15 bzw. 14 und 16 des Schwingungserzeugers 11 wird dieser in Schwingungen versetzt und erzeugt Schallwellen, die infolge der engen Nachbarschaft auf den Sensor 21 angekoppelt werden und diesen seinerseits zu mechanischen Schwingungen anregen. Zweckmäßig wird bei dieser Anregung der Resonanzfrequenzbereich des Sensors 21 durchlaufen, der wesentlich höher liegt, als die Grenzfrequenz  $f_g$  des aktiven Tiefpaßfilters 33 im Pfad des Nutzsignals des Sensors 21. Mit Nutzsignal wird in diesem Zusammenhang das Ausgangssignal des Sensors 21 in seiner Normalfunktion als Beschleunigungsaufnehmer zur Feststellung von unfallspezifischen Beschleunigungen verstanden. Beispielsweise liege die Grenzfrequenz  $f_g$  des aktiven Tiefpaßfilters 33 in der Größenordnung von einigen Hundert Hz, insbesondere 500 Hz, während der Resonanzfrequenzbereich des Sensors 21 das 2- bis 30-fache, vorzugsweise das 10- bis 20-fache dieser Grenzfrequenz  $f_g$  beträgt. Die Anregung des Sensors 21 mittels der vom Schwingungserzeuger 11 ausgesandten Schallwellen führt zu einem im Vergleich zur Grenzfrequenz  $f_g$  hochfrequenten Ausgangssignal des Sensors 21, das über einen Impedanzwandler 31 dem Eingangsanschluß eines selektiven Bandpaßfilters, insbesondere eines aktiven selektiven Bandpaßfilters 32 zugeführt wird. Am Ausgangsanschluß dieses Bandpaßfilters 32, der zu dem Anschlußpunkt 35 führt, steht ein Testsignal zur Verfügung, das Rückschlüsse auf die Funktionsfähigkeit des Sensors 21, insbesondere auf seine Fähigkeit zur Wandlung mechanischer Schwingungen in elektrische Schwingungen, zuläßt. Das aktive selektive Bandpaßfilter 32 dient der Ausblendung von Störsignalen, die beispielsweise beim Testvorgang des Sensors 21 durch Geräusche entstehen könnten, die ihrerseits den Sensor 21 zu Schwingungen anregen. Im Durchlaßbereich des selektiven Bandpaßfilters 32 liegt die Anregungsfrequenz des Sensors 21 als Mittenfrequenz. Am Ausgangsanschluß 35 des Bandpaßfilters 32 steht das Ausgangssignal des vom Schwingungserzeuger 11 angeregten Sensors 21 zur Verfügung und kann beispielsweise daraufhin untersucht werden, ob der Sensor 21 noch hinreichend empfindlich ist und ob sein Ausschlagverhalten (Dämpfung) den vorgeschriebenen Werten entspricht. Da diese Überprüfung ständig, also auch im Einsatzfall des Sensors 21 und sogar auch dann noch durchführbar ist, wenn keine andere Beschleunigungen auf den Sensor 21 einwirken, ist praktisch eine kontinuierliche Überwachung des Sensors 21 möglich, so daß sich Änderungen in seinem Schwingungsverhalten, die beispielsweise auf Alterung und/oder Beschädigung hinweisen, ständig überprüft werden können. Selbstverständlich ist mit dieser Einrichtung auch feststellbar, ob der Sensor 21 überhaupt noch mit seiner elektronischen Beschaltung verbunden ist oder ob Risse in den elektrischen Anschlüssen, z.B. Bonddrahttrisse, vorliegen. Die letztgenannten Fehlerquellen können allerdings auch schon mit herkömmlichen Testmethoden festgestellt werden, die ohne Schwingungsanregung des Sensors 21 im Betriebsfall auskommen müssen. Hierzu wird der Eingangsanschluß

38 durch ein äußeres Signal aus seinem Arbeitspunkt bewegt, wodurch Ausgangssignale an den Ausgängen 35, 36, 37 entstehen, welche Rückschlüsse auf die Funktion aller elektronischen Bauelemente, sowie der kapazitiven Dämpfung des Biegeschwingers zulassen.

Die zuvor beschriebene Prüfung des Sensors 21 auf seine Funktionsfähigkeit mittels Anregung durch den Schwingungserzeuger 11 stört die Verfügbarkeit des Sensors 21 zur Messung momentan auf die elektronische Einrichtung einwirkender Beschleunigungen, z.B. bei einer Verzögerung des Fahrzeugs infolge eines Unfallereignisses, nicht, da solche, auf einen Unfall zurückgehenden Beschleunigungen nur bis zu einer bestimmten nutzbaren oberen Grenzfrequenz  $f_g$  ausgewertet werden müssen, während die kontinuierliche Prüfung auf Funktionsfähigkeit, wie zuvor bereits erwähnt, mit einer wesentlich höheren Frequenz erfolgt. Das Nutzsignal des Sensors 21, also dasjenige Ausgangssignal, das der Sensor 21 bei Beschleunigungsanregung infolge einer Fahrzeugverzögerung abgibt, wird über den schon erwähnten Impedanzwandler 31 dem Eingangsanschluß eines Tiefpaßfilters, insbesondere eines aktiven Tiefpaßfilters 33 zugeführt, das das Ausgangssignal des Sensors 21 nur bis zur Grenzfrequenz  $f_g$  passieren läßt. Der Ausgangsanschluß des Tiefpaßfilters 33 ist einerseits an einen Anschlußpunkt 37 geführt, an dem das durch den Tiefpaß 33 gefilterte Ausgangssignal des Sensors 21 zur weiteren Auswertung in analoger Form ansteht. Gleichzeitig ist jedoch der Ausgangsanschluß des Tiefpaßfilters 33 auch mit dem Eingangsanschluß eines Analog-Digital-Wandlers 34 verbunden, der die analoge Ausgangsspannung des Sensors 21 in einen entsprechenden digitalen Wert umwandelt, der am Anschlußpunkt 36 zur weiteren Auswertung zur Verfügung steht. Entweder als spezielles Datenwort auf einer Eindrahtleitung oder parallel auf mehreren Ausgangsleitungen.

Anschluß 38 ist ein Prüfanschluß, über den auf herkömmliche Weise die Funktionsfähigkeit des Beschaltungsnetzwerkes des Sensors 21 einerseits und andererseits die Anschlüsse des Sensors 21 selbst überprüfbar sind, ohne daß der Sensor 21 zu Schwingungen angeregt wird.

Zweckmäßig werden die Baugruppen 10, 20, 30 in einem hermetisch dichten Metallgehäuse baulich vereinigt, um Störeinflüsse auf Schwingungserzeuger 11 und Sensor 21 zu verhindern und eine leichte Montage-möglichkeit der elektronischen Einrichtung an einem geeigneten Einbauort im Fahrzeug zu ermöglichen.

#### Patentansprüche

1. Elektronische Einrichtung mit einem schwingfähigen Sensor, bei der dieser mit einer Auswerteschaltung zur Auswertung seines bei Beschleunigungsbeanspruchung auftretenden Ausgangssignales verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schwingungserzeuger (11) vorgesehen ist, der in Nachbarschaft des Sensors (21) derart angeordnet ist, daß der Sensor (21) durch den Schwingungserzeuger (11) zu mechanischen Schwingungen anregbar ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingungserzeuger (11) durch Anlegen einer Wechselspannung an die Anschlüsse (14, 16; 14, 15) zu mechanischen Schwingungen anregbar ist.
3. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsan-

schlüsse des Sensors (21) über ein Widerstands-Kondensatornetzwerk (22, 23, 24, 25, 26, 27) an den Eingangsanschluß eines Impedanzwandlers (31) geführt sind, dessen Ausgangsanschluß einerseits mit dem Eingangsanschluß eines Tiefpaßfilters (33) und andererseits mit dem Eingangsanschluß eines Bandpaßfilters (32) verbunden ist.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgangsanschluß des Tiefpaßfilters (33) mit dem Eingangsanschluß eines Analog-Digital-Wandlers (34) verbunden ist, der das vom Tiefpaßfilter (33) gefilterte Ausgangssignal des Sensors (21) in einen entsprechenden Digitalwert umwandelt.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingungserzeuger (11) mit einem Anschluß an den Abgriff eines Spannungsteilers mit den Widerständen (12, 13) gelegt ist, wobei Widerstand (12) mit seinem anderen Anschluß an Masse geführt ist und wobei an den anderen Anschluß (15) eine Gleichspannung zur Arbeitspunkteinstellung legbar ist und zur Anregung des Schwingungserzeugers eine Wechselspannung zwischen die Anschlüsse (15 und 14) oder (14 und 16) legbar ist.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingungserzeuger (11) eine im wesentlichen kreisförmig ausgebildete, aus einem Metall bestehende Membran umfaßt, auf der aus piezoelektrischem Material bestehende Scheiben angeordnet sind.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingungserzeuger (11) eine aus einem Metall bestehende Membran umfaßt, die durch einen Elektromagneten zu mechanischen Schwingungen anregbar ist.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in den Beschleunigungssensor selbst eine Stahlblechmembran eingebracht wird, z.B. als Metallstreifen zwischen den piezoelektrischen Plättchen des Bimorphelementes, welche durch einen Elektromagneten zu Schwingungen angeregt wird und dadurch auch die piezoelektrischen Plättchen des Bimorphstreifen, welche den Beschleunigungssensor bilden.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingungserzeuger (11), der Sensor (21) und die zur Ansteuerung des Schwingungserzeugers (11) und zur Auswertung des Ausgangssignales des Sensors (21) vorgesehenen elektronischen Bauelemente bzw. Baugruppen in einem hermetisch dichten Metallgehäuse baulich vereinigt sind.

10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die elektronischen Bauelemente für die Arbeitspunkteinstellung und Temperaturkompensation des Sensors (21) und die Bauelemente zur Auswertung der Ausgangsspannung des Sensors (21) in einer elektronischen Hybridschaltung baulich vereinigt sind.

11. Verfahren zum Betrieb einer Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (21) für Prüfzwecke durch einen Schwingungserzeuger (11) zu Schwingungen angeregt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (21) für Prüfzwecke zu wesentlich höheren Frequenzen an-

geregt wird als im Normalbetrieb, d.h. wenn er von auf das Fahrzeug einwirkenden Beschleunigungen angeregt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Anregungsfrequenz für Prüfzwecke das 2- bis 30-fache, vorzugsweise das 10- bis 20-fache der Schwingungsfrequenz des Sensors (21) im Normalbetrieb gewählt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Schwingungsfrequenzbereich im Prüffall Frequenzen im Bereich von 1 Kilohertz bis etwa 30 Kilohertz, vorzugsweise im Bereich von 5 Kilohertz bis etwa 15 Kilohertz gewählt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingungsfrequenzbereich im Prüffall von 5 bis 15 Kilohertz durchgesweept wird und damit die Resonanzfrequenz des Sensors durchläuft.

16. Verwendung der Einrichtungen bzw. der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, als Sensor bzw. Sensorbetriebsverfahren bei einer Sicherheitseinrichtung für Fahrzeuginsassen.

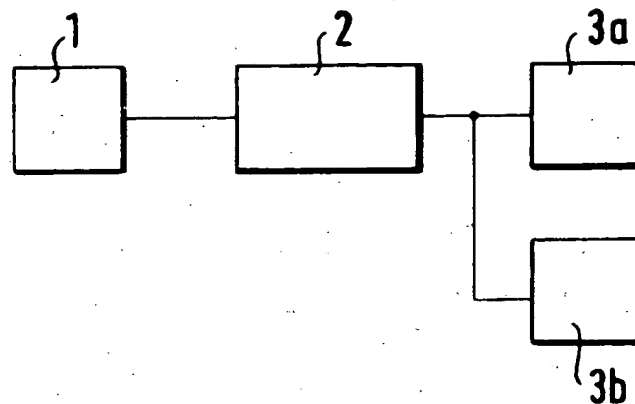
— Leerseite —

***This Page Blank (uspto)***

3809299

13\*

FIG. 1



Docket # 620014086

Applic. #

Applicant: Silvio Glaser

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

FIG. 2

